

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-255518

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

C01B 31/02

(21)Application number : 2001-054344

(71)Applicant : JAPAN ATOM ENERGY RES INST

(22)Date of filing : 28.02.2001

(72)Inventor : WATANABE SATOSHI

ISHIOKA NORIKO

SEKINE TOSHIAKI

CHO AKIHIKO

KOIZUMI MITSUO

MURAMATSU HISAKAZU

SHIMOMURA HARUHIKO

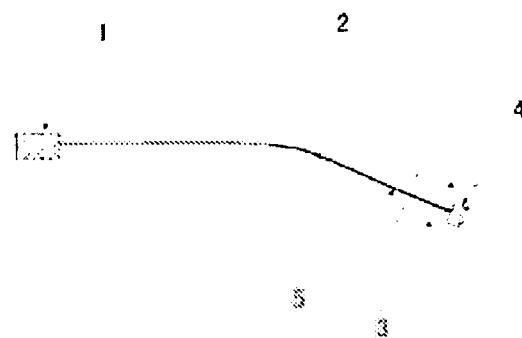
YOSHIKAWA HIROSUKE

(54) PRODUCTION METHOD FOR FULLERENE SELECTIVELY INCLUDING ISOTOPE ATOM BY ION IMPLANTATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method by which a radioactive isotope is included into fullerene by an ion implantation method.

SOLUTION: The production method for fullerene including a specific isotope such as a radio active isotope is a method implanting the isotope using fullerene or a fullerene derivative as a target and an ion injector equipped with a mass spectrometry magnet.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of atomic intension fullerene targeting fullerene and a fullerene derivative and carrying out the ion implantation of the specific isotopes, such as radioisotope, using an ion-implantation machine equipped with a mass analysis magnet.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to making fullerene include radioisotope etc. Ion implantation is used in order to manufacture isotope intension fullerene.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a manufacturing method of intension fullerene using ion implantation, alkali element intension fullerene (Tellgmann R. et al., Nature 382, and 407-408 (1996).), such as Li N intension fullerene (Weidinger A. et al., Appl. Phys. A 66, and 287-292) and (1998) helium, Ne intension fullerene (Shimshi R. et al., J. Am. Chem. Soc. 119, and 1163-1164) (1997) etc. are reported. These are all the manufacturing methods about non-isotope alternative intension fullerene. The manufacturing method of the fullerene which included Xe-127 which is a radioactive isotope of a xenon, The thing (Ohtsuki T. et al. and Physical Review Letters 81,967-970 (1998)) using the anti-** energy in a $^{127}\text{I}(\text{d}, \text{two n})^{127}\text{Xe}$ reaction is reported.

[0003] However, when a nuclear reaction is used, radioisotope intension fullerene other than the purpose may generate. The target isotope is included in a carbon rod electrode, and the method of manufacturing isotope intension fullerene by arc discharge process is reported (Ambe F., J. Radioanal. Nucl. Chem. 243, and 21-25 (2000)). However, various-sorts generation of the fullerene kind of metallofullerene made by this method cannot be carried out, and it cannot make intension fullerene of arbitrary fullerene kinds.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] although the manufacturing method of Li by an ion implantation, N, helium, and Ne intension fullerene is reported as a Prior art -- these -- all -- a non-isotope -- it is alternative. Although the manufacturing method of radioisotope intension fullerene using a nuclear reaction is reported, isotope intension fullerene other than the purpose cannot generate, and single isotope intension fullerene cannot be made.

[0005] Although the manufacturing method of isotope intension fullerene using arc discharge process is reported, This cannot generate intension fullerene of arbitrary fullerene kinds (in addition to this, existence of many fullerene kinds is clear including fullerene derivatives, such as C₆₀, C₇₀, and C₈₂). Then, this invention is originated in order to solve these problems.

[0006]

[Means for Solving the Problem] This invention can manufacture intension fullerene which does not contain any isotopes other than the purpose by using an ion-implantation machine in which an ion implantation of a single isotope is possible. Intension fullerene of arbitrary fullerene kinds can be manufactured from the ability of fullerene kinds arbitrary as a target of an ion implantation to be chosen.

[0007]

[Embodiment of the Invention] In order to carry out the ion implantation of the single isotope by this invention about an ion implantation with an ion-implantation machine, the ion-implantation machine (drawing 1) provided with the mass analysis magnet is used. The outline of the ion-implantation machine is shown below. The target 4 is installed in the target chamber 3 of an ion-implantation machine, and an ion implantation is performed in a vacuum. At this time, various ion generated by the ion source 1 is carried by the mass analysis magnet 2 as an ion beam. Since mass separation of an ion beam is performed here, the ion implantation only of the target isotope ion beam 5 is carried out to the target 4.

[0008] As a target of an ion implantation, arbitrary fullerene kinds also including a fullerene derivative are used about a target. The ion-implantation machine used by this invention is usually worked by 40 keV in order to carry out mass separation of the specific isotope, but since it is too high as incidence energy of isotope ion when manufacturing isotope intension fullerene, the ion needs to be slowed down. Then, how [two] the retardation methods shown below differ are used.

(1) Mix fullerene and a moderator (powder, such as CsI) at an arbitrary rate, create the target of a pellet type, and perform the ion implantation of an isotope to this.

(2) Vapor-deposit fullerene to a metallic foil and create a thin film target. The slit which applied the voltage of + to the front face of this thin film target as a reduction gear is installed, and the ion implantation of an isotope is performed. Xe-133 which is radioisotope is mentioned as an example below, and the concrete example of this invention is shown.

[0009]

[Example] ¹³³Xe gas 200 MBq was transported to the 3.8-l. sample cylinder by the vacuum line. The same cylinder was filled up also with the ¹²⁹Xe enriched isotope of about 3 cm³ as an index of the mass in mass separation. This cylinder was connected to the Nielsen type ion source of an ion-implantation machine, and the ion implantation of the ¹³³Xe was carried out to the fullerene which is a target in 40 keV. The target was created by two kinds of methods. The 1st considered CsCl (0.8g) as the support, it carried out application-of-pressure molding of what mixed the fullerene (C₆₀) of 50 mg,

and CsI of 18 mg, and produced the pellet (diameter 18 mm). the 2nd uses an evaporation apparatus -- Ni foils (25x25 mm) -- fullerene (C_{60}) -- about -- that of which 1.5 μ mum vacuum evaporation was done was targeted. When using this Ni-foils evaporation target, the slit which applied the voltage of + to the front face of a target as a reduction gear was installed, and 0.5 - 3 keV was made to slow down $^{133}Xe^+$ ion. These targets were dissolved in o-dichlorobenzene after the ion implantation, and high performance chromatography (HPLC) analyzed fullerene. The eluate was isolated preparatively and the radioactivity of Xe-133 was measured. Since the peak of the fullerene by HPLC and the peak of Xe-133 in an eluate were in agreement, it was checked that Xe-133 intension fullerene is generating. The rate of the radioactivity of Xe-133 included by the fullerene to the radioactivity of all the Xe-133 by which the ion implantation was carried out to the target was computed as capture probability.

[Equation 1]

$$\text{捕獲確率}(\%) = \frac{\text{Xe-133 内包フラーレンの放射能}}{\text{ターゲットにイオン注入されたXe-133の放射能}} \times 100$$

When the pellet created on the conditions mentioned above was used, capture probability showed the maximum (0.28%) at the present stage. Isolation of the Xe-133 intension fullerene from the fullerene which is a target, It is theoretically possible by using HPLC (DiCamillo B. A. et al., J. Phys. Chem. 100 (22), and 9197-9201 (2000)). Although the example of the ion implantation of Xe-133 was shown here, if it is an ionizable isotope, all the isotope intension fullerene of them can be theoretically made using this invention.

[0010]

[Effect of the Invention]By this invention, the isotope intension fullerene of arbitrary fullerene kinds can be made, excluding any isotopes other than the purpose. The created isotope intension fullerene may be use by nuclear medicine. It is thought that it can be used as a remedy of cancer if Xe-133 intension fullerene is changed into a chemical form which gather for cancer, since Xe-133 of an example is a beta^- line emission nuclide.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the ion-implantation machine for manufacturing isotope intension fullerene.

[Description of Notations]

- 1 Ion source
- 2 Mass analysis magnet
- 3 Target chamber
- 4 Target
- 5 The target isotope ion beam

[Translation done.]

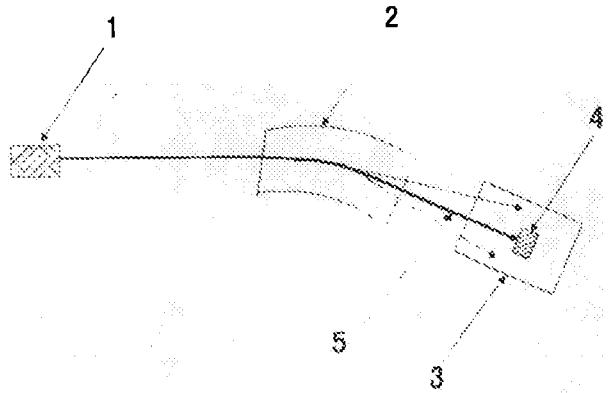
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(20) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-255518
(P2002-255518A)

(13)公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51)Int.Cl.
C 01 B 31/02識別記号
101PCT
C 01 B 31/027-30-17(参考)
101F 4G04E

審査請求 未請求 請求項の数1 ○し (全 3)

(21)出願番号 特願2001-54344(P2001-54344)

(71)出願人 000004097

(22)出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

日本原子力研究所

東京都千代田区内幸町2丁目3番2号

特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年9月12日
日本放射化学会発行の「日本放射化学会誌 第1卷別冊
2」に発表

(72)発明者 渡辺 哲

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子
力研究所高崎研究所内

(73)著明者 石川 美子

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子
力研究所高崎研究所内

(74)代理人 1000030705

弁理士 村本 一夫 (外5名)

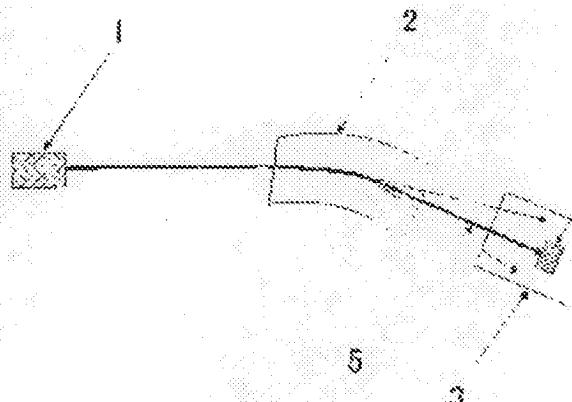
最終頁

(54)【発明の名稱】イオン注入法による同位元素選択的原子内包フラーレンの製造方法

(57)【要約】

【詳細】イオン注入法により放射性同位元素等をフラーレンに内包させることに関する。

【解決手段】質量分析マグネットを装備したイオン注入器を用い、フラーレンおよびフラーレン誘導体をターゲットとして放射性同位元素等の特定同位元素をイオン注入する原子内包フラーレンの製造方法。



特許 2002-25555

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量分析マグネットを装備したイオン注入器を用い、フラーーゲンおよびフラーーゲン誘導体をターゲットとして放射性同位元素等の特定同位元素をイオン注入することを特徴とする原子内包フラーーゲンの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、放射性同位元素等をフラーーゲンに内包させることに関するものであり、同位元素内包フラーーゲンを製造するためにイオン注入法を用いることを特徴とするものである。

【0002】

【従来の技術】 イオン注入法を用いた内包フラーーゲンの製造方法としては、Li等のアルカリ元素内包フラーーゲン (Tellmann R. et al., Nature 382, 407-408 (1996), N内包フラーーゲン (Weidinger A. et al., Appl. Phys. A 66, 287-292 (1998)) およびHe、Ne内包フラーーゲン (Shimshi R. et al., J. Am. Chem. Soc. 119, 1163-1164 (1997)) などが報告されている。これらはすべて、非同位元素選択的内包フラーーゲンに関する製造方法である。また、キセノンの放射性同位体であるXe-127を内包したフラーーゲンの製造方法は、¹³¹I(d, 2n) ¹³¹Xe反応における反撲エネルギーを利用したもの (Ohtsuki T. et al., Physical Review Letters 81, 967-970 (1998)) が報告されている。

【0003】 しかし、核反応を用いた場合、目的以外の放射性同位元素内包フラーーゲンが生成する可能性がある。さらに、目的の同位元素を炭素棒電極に含ませておき、アーケ放電法により同位元素内包フラーーゲンを製造する方法が報告されている (Ambe F., J. Radioanal. Nucl. Chem. 243, 21-25 (2000))。しかし、この方法で作られた金属内包フラーーゲンのフラーーゲン種は、多種類生成してしまい、任意のフラーーゲン種の内包フラーーゲンを作ることができない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術として、イオン注入によるLi、N、HeおよびNe内包フラーーゲンの製造方法が報告されているが、これらはすべて非同位元素選択的なものである。また、核反応を用いた放射性同位元素内包フラーーゲンの製造方法が報告されているが、目

(2)

2

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、单一の系のイオン注入が可能なイオン注入器を用いることにより、目的以外の同位元素を含まない内包フラーーゲンができる。さらに、イオン注入のターゲットとしてのフラーーゲン種を選べることから、任意のフラーーゲン内包フラーーゲンを製造することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】 イオン注入器によるイオンについて

本発明では、単一の同位元素をイオン注入するため質量分析マグネットを備えたイオン注入器 (図1) いる。以下にそのイオン注入器の概要を示す。注入器のターゲットチャンバー中にターゲットを真空内でイオン注入を行う。このとき、イオン生成された種々のイオンはイオンビームとして質量分析マグネットが選択される。ここでイオンビームの減速が行われるため、ターゲットには目的の同位元素イオンビームだけがイオン注入される。

【0008】 ターゲットについて

イオン注入のターゲットとしては、フラーーゲン誘導体で任意のフラーーゲン種を用いる。また、本発明のイオン注入器は特定の同位元素を質量分離する。通常40 keVで稼動させるが、同位元素内包フラーーゲンを製造する上で、同位元素イオンの入射エネルギーとしては適さないため、そのイオンの減速が必要である。そこで、以下に示す減速法の異なる2つの方法を示す。

(1) フラーーゲンと減速材 (CsI等の粉末) を混合して混合してペレット状のターゲットを作成し、同位元素のイオン注入を行う。

(2) 金属箔にフラーーゲンを蒸着して薄膜ターゲットを作成する。この薄膜ターゲットの前面に減速装置の減速をかけたスリットを設置して同位元素のイオン注入を行う。以下に放射性同位元素であるXe-127における、本発明の具体的な実施例を示す。

【0009】

【実施例】 ¹³¹Xeガス300 mbarを真空ラインによりボンベに移送した。質量分離における指標として約3 cmの¹³¹Xe濃縮同位体を同じボンベに移した。このボンベをイオン注入器の射出管

(3)

特開2002-25566

にして“¹³³Xe”イオンを0.5~3 keVに加速させた。イオン注入後、これらのターゲットをo-シクロロベンゼンに溶解し、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）によりフラーレンを分析した。また、溶出液を分取して、¹³³Xeの放射能を測定した。HPLCによるフラーレンのピークと溶出液中の¹³³Xeのピークが一致したことから、¹³³Xe内

*包フラーレンが生成していることが確認された。ターゲットにイオン注入されたすべての¹³³Xeに対するフラーレンに内包された¹³³Xeの放射能を捕獲確率として算出した。

【数1】

$$\text{捕獲確率}(\%) = \frac{\text{Xe-133 内包フラーレンの放射能}}{\text{ターゲットにイオン注入されたXe-133の放射能}} \times 100$$

上述した条件で作成したペレットを用いた時の捕獲確率は、現段階で最大値（0.28%）を示した。なお、ターゲットであるフラーレンからの¹³³Xe内包フラーレンの準離子（HPLCを用いることにより（DiCamillo B. A. et al. 1, J. Phys. Chem. 100(22), 9197-9201 (2000)）原理的には可能である。また、ここでは¹³³Xeイオン注入の例を示したが、イオン化が可能な同位元素であれば、原則的にはそれらすべての同位元素内包フラーレンを本発明を用いて作ることができる。

【0010】

【発明の効果】本発明により、目的以外の同位元素を含まず、かつ任意のフラーレン種の同位元素内包フラーレンを作ることができる。さらに、作成した同位元素内包

* フラーレンは新医学での利用の可能性がある。実際¹³³XeはSPECT放出核種であるため、¹³³Xe内包フラーレンを癌に集まるような化学基に変換すれば、癌薬として利用できると考えられる。

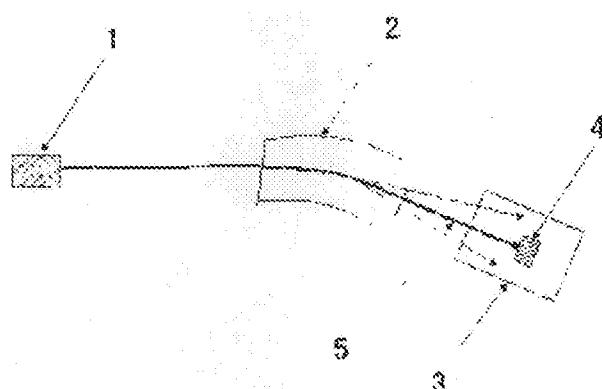
【図面の簡単な説明】

【図1】 同位元素内包フラーレンを製造するための注入器を示した図である。

【符号の説明】

- 1. イオン源
- 2. 質量分析マグネット
- 3. ターゲットチャンバー
- 4. ターゲット
- 5. 目的の同位元素イオンビーム

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 復明

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子力

(72)発明者 封治 久和

長野県長野市大学西長野6の1号 借

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-313662

(43)Date of publication of application : 06.11.2003

(51)Int.Cl.

C23C 14/44

(21)Application number : 2002-124228

(71)Applicant : YAMASHITA MUTSUO

(22)Date of filing : 25.04.2002

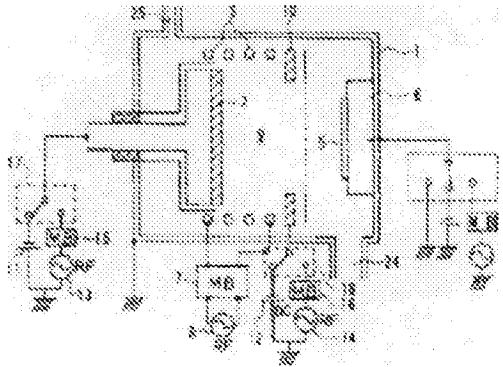
(72)Inventor : YAMASHITA MUTSUO

(54) SPUTTERING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a productivity in an inductively coupled high-frequency plasma sputtering apparatus by increasing a film-forming rate.

SOLUTION: The apparatus is equipped with a target 2 to which a direct current power or a high-frequency power is fed and a high-frequency coil 3 to which the high-frequency power is fed inside a vacuum chamber 1. The apparatus efficiently uses high-density plasma by placing a sputtering surface of the target 2 inside the high-frequency coil 3 having high plasma density.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A sputtering system which is provided with the following and characterized by having arranged a sputtering surface of said target inside said high frequency coil.
A target with which direct current power is supplied in a vacuum chamber.
A high frequency coil in which high-frequency power is supplied.

[Claim 2]The sputtering system according to claim 1 which replaced with said target at said direct current power, and enabled supply of high-frequency power.

[Claim 3]While making said target into a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, making the end side of the longitudinal direction insertion inside said high frequency coil and considering it as said sputtering surface, The sputtering system according to claim 1 or 2 which a sputtering surface by the side of this end makes move said target to a longitudinal direction, and supplies according to consumption of a target material by the side of said end so that it may be located inside said high frequency coil.

[Claim 4]The sputtering system according to any one of claims 1 to 3 which said target was used as a main target, and this main target has been arranged at one end slippage of said high frequency coil, and has arranged an annular auxiliary target in which direct current power is supplied in said vacuum chamber to the other end side of said high frequency coil.

[Claim 5]The sputtering system according to claim 4 which replaced with said auxiliary target at said direct current power, and enabled supply of high-frequency power.

[Claim 6]The sputtering system according to any one of claims 1 to 5 provided with a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to weld slag space to a medial axis inside said high frequency coil.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the sputtering system which obtained high density plasma by inductive-coupling type high frequency discharge in more detail about various kinds of high quality needed in the field of micro-machining art or surface treatment art, and a suitable sputtering system to create a highly efficient thin film efficiently.

[0002]

[Description of the Prior Art] The sputtering technique which is one of the thin-film-forming methods has many features -- that the kind of thin film-ized material can be chosen broadly, or the bond strength to the substrate of a formation film is high. Although membrane formation speed was slow and the application to a manufacturing system had a limit also about the sputter deposition rate by an early direct-current monotonous two pole sputtering technique and high frequency two pole sputtering technique, this problem improves dramatically by development of magnetron sputtering equipment and an opposite target type sputter device. For this reason, these sputtering techniques occupy the central status in various kinds of thin-film-forming methods now.

[0003] Since most sputtered particles are in a neutral state electrically and sputtered particles are scattered about by the collision with discharge support gas particles, such as argon, during flight toward a substrate by these sputtering techniques on the other hand, It is dramatically difficult to control the energy and its orbit of the deposition sputtered particles which enter into a substrate face. Therefore, correspondence is becoming difficult at manufacture of the applicable field which has accomplished remarkable development, for example, micro [which need a quality thin film], and a super-high-density electronic circuit, or development of a new highly efficient element.

[0004] As one of the means to solve these problems, a helical antenna coil is installed ahead of the target of the magnetron sputtering equipment of a conventional type, and the high-frequency-discharge plasma support type magnetron sputtering equipment which supplied high-frequency power to this is developed in recent years. In this device, the degree plasma of high-density required

for high-speed weld slag. It has generated by the magnetron discharge by the direct current power or high-frequency power supplied mainly to a target, and a helical antenna coil bears the duty of ionization of discharge support gas or sputtered particles chiefly.

[0005]It is necessary to install a magnet in the back side of a target material, and to generate a magnetic field required for magnetron discharge near the surface of this in this method. For this reason, the structure of a cathode electrode of holding a target not only becomes complicated, but the thickness of a target has restrictions. In a ferromagnetic material like especially iron, the thickness of this is restricted to several millimeters or less. Weld slag material is exhausted locally and worsens utilization efficiency of material dramatically.

[0006]As what made possible the high-speed weld slag of this ferromagnetic material, an inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system is devised by the applicant for a patent concerned, It is already opened to the public by literature, for example,

M.Yamashita:J.Vac.Sci.Technol., A7, 151(1989).Mutsuo Yamashita:J.Vac.Sci.Jpn (vacuum), Vol.44, No5, and 32 (2001).

[0007]This inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system, As shown in drawing 4, between the plate-like target 2 and the substrate holding stand 6 holding the substrate 5, Install the high frequency antenna coil 3 and this high frequency antenna coil 3 is received, After making the weld slag space 9 generate high-density plasma beforehand by supplying high-frequency power via the impedance matching circuit (matching box) 7 from the RF generator device 8, direct current power is supplied to the target 2 from DC power supply 11, and it is made to perform high-speed weld slag at it. An exhaust port to exhaust 4 to a plasma shield grid and for 24 exhaust the inside of the vacuum chamber 1 to a vacuum and 25 are gas inlets which introduce sputtering gas, such as argon gas.

[0008]This sputter device has the following features compared with a magnetron type sputter device or high-frequency-discharge plasma support type magnetron sputtering equipment.

(1) Plasma required for ionization of high-speed weld slag and sputtered particles is generated with the high-frequency power chiefly supplied to the high frequency antenna coil 3, and the generated plasma is shut up into this coil 3. For this reason, even if it does not constitute a magnetic circuit special to the target 2 circumference, the plasma density of weld slag space turns into high density 10^{12} / more than cm^2 , for example.

(2) Since the structure of a cathode electrode of holding the target 2 from the thing of the above (1) becomes easy and high-speed weld slag becomes possible like a nonmagnetic material also to a ferromagnetic material with a thickness of not less than 10 mm, the restrictions to the kind and shape of a target material are eased substantially.

(3) Since the material of the target 2 is exhausted almost uniformly throughout a sputtering surface, the utilization efficiency of material is dramatically good, and also after operating for a long time, a discharge characteristic and the weld slag characteristics (a sputtering rate, the directivity of sputtered particles, etc.) hardly change.

(4) Since a sputtering rate increases linearly also to the voltage of the target 2, and any of high-frequency power, its controllability of a sputtering rate is dramatically good. The stability to change of discharge-gas-pressure power, target voltage, etc. is also dramatically excellent.

(5) the ionization rate of sputtered particles is markedly alike compared with it of the usual sputter device, and high, and since the energy of ion has gathered, formation membranous quality is substantially controllable by the electric field or a magnetic field.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, following SUBJECT occurs in such a conventional sputter device.

(1) A sputtering rate and the plasma density directly related to ionization of sputtered particles become high in the central part of the high frequency antenna coil 3. However, since it is in the outside of the high frequency antenna coil 3 which separated from the field where this plasma density is high as the sputtering surface of the target 2 is shown in drawing 4, the generated high density plasma is not used efficiently because of weld slag.

(2) The portion of the side which some high frequency antenna coil materials carry out weld slag depending on weld slag conditions although it is small, and it has not faced the target 2 of the high frequency antenna coil 3 in particular, Since the target material by which weld slag was carried out does not adhere, the weld slag of the high frequency antenna coil material is carried out, and this mixes into a formation film and may reduce the purity of a formation film.

(3) Since the electric power supplied to the target 2 is only direct current power, the weld slag of the dielectric materials, such as quartz or alumina, cannot be carried out.

(4) The weld slag characteristic gets worse with reduction of discharge-gas-pressure power, in the low-gas-pressure power field below 10^{-1} Pa, discharge stops and weld slag membrane formation becomes impossible.

(5) Since the target 2 is quickly corroded and exhausted by high-speed weld slag, when covering a long time and running continuously, the life of this becomes a problem dramatically.

[0010]In view of the above points, it succeeds in this invention, and it aims at improvement in the fast performance of this device, and expansion of an application range by solving many above-mentioned problems, harnessing many outstanding features which an inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system has.

[0011]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, it constitutes from this invention as follows.

[0012]That is, a sputtering system of this invention was provided with a target with which direct current power is supplied in a vacuum chamber, and a high frequency coil in which high-frequency power is supplied, and arranges a sputtering surface of said target inside said high frequency coil.

[0013]Since a sputtering surface of a target has been arranged inside a high frequency coil with high plasma density according to this invention, generated high-density plasma will be used efficiently

because of weld slag, membrane formation speed increases, and productivity improves.

[0014]In one embodiment of this invention, it replaces with said target at said direct current power, and supply of high-frequency power is enabled.

[0015]Since according to this invention it can replace with a target at direct current power and high-frequency power can also be supplied, it also becomes possible to carry out the weld slag of the dielectric materials, such as quartz and alumina.

[0016]While making said target into a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction in other embodiments of this invention, inserting the end side of the longitudinal direction inside said high frequency coil and considering it as said sputtering surface, According to consumption of a target material by the side of said end, a sputtering surface by the side of this end makes it move to a longitudinal direction, and supplies said target so that it may be located inside said high frequency coil.

[0017]Here, if a rod-like structure is cylindrically prolonged in a longitudinal direction, the thickness is not limited not only in linear shape, but a thin line object, a columnar body, etc. are not necessarily included.

[0018]According to this invention, even if a target is quickly corroded and exhausted by high-speed weld slag, by moving a target of a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, a target material can be supplied and continuous running covering a long time becomes possible by this.

[0019]In a desirable embodiment of this invention, said target was used as a main target, and this main target has been arranged at one end slippage of said high frequency coil, and arranges an annular auxiliary target in which direct current power is supplied in said vacuum chamber to the other end side of said high frequency coil.

[0020]Here, material of a main target and an auxiliary target may be the same, and it may differ, and when it is considered as a different material, membrane formation which a different material mixed can be performed.

[0021]According to this invention, since an auxiliary target by the side of the other end has been arranged to one end slippage of a high frequency coil, a main target to a high frequency coil. A target material adheres from both targets, and while being able to prevent weld slag of high frequency coil material and being able to prevent a purity fall of a formation film by this, since the weld slag of the two targets is carried out simultaneously, membrane formation speed can be raised.

[0022]In other embodiments of this invention, it replaces with said auxiliary target at said direct current power, and supply of high-frequency power is enabled.

[0023]Since according to this invention it can replace with direct current power and high-frequency power can also be supplied, it also becomes possible to carry out the weld slag of the dielectric materials, such as quartz and alumina.

[0024]In an embodiment of further others of this invention, it has a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to weld slag space to a medial axis inside said high frequency coil.

[0025]According to this invention, for example, high-speed weld slag stable also in a low-gas-pressure power field of a 10^{-2} Pa stand becomes possible, and the tracking of sputtered particles can be improved substantially.

[0026]

[Embodiment of the Invention](Embodiment 1) Drawing 1 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning one embodiment of this invention.

[0027]The vacuum chamber 1 is carrying out cylindrical shape 160 mm in diameter, and 100 mm in height, consists of metal, for example, stainless steel, and is grounded, for example. While the plate-like main target 2, the spiral high frequency antenna coil 3, and the plasma shield grid 4 are installed in the inside of this vacuum chamber 1, the main target 2 is countered and the substrate 5 is held at the substrate holding stand 6. An exhaust port for 24 to exhaust the inside of the vacuum chamber 1 to a vacuum and 25 are gas inlets which introduce sputtering gas, such as argon gas.

[0028]The main target 2 is carrying out 100 mm and 5-mm-thick discoid from 40 mm in diameter, for example, and water cooling is given from the back.

[0029]For example, using a copper pipe 6 mm in diameter, bending of the high frequency antenna coil 3 for plasma excitation is spirally carried out so that it may become 60 mm - 120 mm in diameter, and four to six numbers of turns, and he is trying to let cooling water pass in this copper pipe. This high frequency antenna coil 3 is connected to the RF generator device 8 with a frequency of 13.56 MHz via the impedance matching circuit 7.

[0030]The plasma shield grid (mesh grid electrode) 4 of about 24 meshes which consists of stainless steel etc., At the same time it shuts up the plasma generated by radio-frequency energy into the high frequency antenna coil 3 and raises the plasma density of the weld slag space 9, It prevents plasma contacting the substrate 5 at the time of membrane formation, and important work is carried out when controlling the energy of the ionization sputtered particles which enter into the substrate 5 using plasma potential controllable by the auto-bias resistance further connected to the matching circuit which is not illustrated.

[0031]According to this embodiment, the main target 2 is installed so that it may come to inside about 10 mm, namely, so that a sputtering surface may be located inside spiral from the end of the high frequency antenna coil 3, for example.

[0032]The circular auxiliary target 10 the outer diameter of 100 mm and 60 mm in inside diameter is arranged, and this auxiliary target 10 is water-cooled at the other end side of the high frequency antenna coil 3, for example.

[0033]The switch circuits 17 and 18 are established in these two targets 2 and 10 so that 13.56-MHz high-frequency power can be switched and supplied via the impedance matching circuits 15 and 16 from the direct current power or the RF generator devices 13 and 14 from DC power supplies 11 and 12.

[0034]The substrate holding stand 6 can impress now direct current voltage for board bias -, for example, 0, and -300V, or high frequency voltage with a frequency of 13.56 MHz if needed, as shown

in a figure.

[0035]Next, the operation of the device of this embodiment is explained.

[0036]First, after exhausting the inside of the vacuum chamber 1, the argon gas of a high grade is introduced in the vacuum chamber 1, the gas pressure is made into a predetermined pressure, for example, 5 Pa, and predetermined high-frequency power with a frequency of 13.56 MHz, for example, 300W, is applied to the high frequency antenna coil 3. Discharge of argon gas starts at this time, and the generated plasma is shut up nearly thoroughly into the high frequency antenna coil 3, for example, becomes high-density [$10^{12} / \text{cm}^3$ stand], and emits light intensely with a red purple color peculiar to argon gas.

[0037]Next, if the direct current voltage for weld slag of -200V - -1000V is applied to the main target 2 and the auxiliary target 10, respectively, a lot of not less than 800-mA shock ion current will flow, and high-speed weld slag will start. Thus, the generated high-density sputtered particles are received from the argon atoms which excited energy still more nearly required for ionization during flight toward the substrate 5 at high frequency electromagnetic field, argon ion, or metastable level, and are ionized at a very high rate. The color of the weld slag space at this time changes to a thing peculiar to a target material. For example, in the case of iron, in the case of copper, it becomes green blue.

[0038]Generating of high density plasma is performed in this embodiment by the radio-frequency energy chiefly added to the high frequency antenna coil 3, A direct current or radio-frequency energy added to both the targets 2 and 10 is used to make the positive ion in plasma collide on the surface of this, and to carry out weld slag, and has hardly contributed to generating of plasma. Therefore, thin film-sized materials, such as various shape, for example, rod form, and thin line state, can be used as a target.

[0039](Embodiment 2) Drawing 2 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning other embodiments of this invention, and gives the same reference mark to the portion corresponding to an above-mentioned embodiment.

[0040]In this embodiment, replace with the plate-like main target 2, for example, the cylindrical main target 2-1 15 mm in diameter is used, While tip part 2-1a which is an end side of this main target 2-1 installs so that it may come to the central part of the high frequency antenna coil 3, it left the tip part of this, for example, 10 mm - 15 mm, and it maintained other portions at earth potentials, for example, has covered them with the copper pipe 19 20 mm in diameter. By this, ion comes to carry out the shock only of the tip part 2-1a of the main target 2-1. Therefore, temperature rises locally at the same time the weld slag of this tip part 2-1a is carried out at high speed. The amount of weld slag not only increases, but by this rise in heat, depending on material, it will come to be accompanied by sublimation or evaporation, and membrane formation speed will increase quickly.

[0041]In this embodiment, on the outside of the base of the copper pipe 19. While arranging the annular magnet 20, while being equipped with the ferromagnetics 21, such as nickel, the main target 2-1 is slidably supported by other end 2-1b of the main target 2-1 in the copper pipe 19 by the support member 22 at the longitudinal direction (axial method).

[0042]A target material can be continuously supplied by storing a lot of weld slag materials, moving the magnet 20 for the daily dose exhausted during operation, and moving the main target 2-1 by this.

[0043]The transfer rod using long bellows etc., etc. may constitute the moving mechanism of the main target 2-1. It may enable it to supply a target material from the outside of a vacuum chamber with a Wilson seal etc.

[0044]The sputtering system of this embodiment not only can fit the continuous high-speed weld slag membrane formation covering a long time in this way, but is applicable to the rare material of thin line state.

[0045]Other composition is the same as that of above-mentioned Embodiment 1.

[0046](Embodiment 3) Drawing 3 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning the embodiment of further others of this invention, and gives the same reference mark to the portion corresponding to above-mentioned Embodiment 1.

[0047]According to this embodiment, on both sides of the vacuum chamber 1, the placed opposite of the magnet 23 of the couple as a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to the weld slag space 9 to the medial axis 26 of the spiral shown with the imaginary line inside the high frequency antenna coil 3 is carried out to the outside of the vacuum chamber 1.

[0048]In this embodiment, with these magnets 23, tens of gauss, for example preferably, It will be in the state of a kind of ECR discharge, and came to be able to perform high-speed weld slag stable also in the low-gas-pressure power field of 10^{-1} Pa - a 10^{-2} Pa stand by adding a 10-30 gauss DC magnetic field, for example.

[0049]The magnet 23 may be not only a couple but one piece, or three pieces or more.

[0050]Other composition is the same as that of above-mentioned Embodiment 1.

[0051](Other embodiments) In above-mentioned Embodiment 2, it may constitute so that the magnet 23 of Embodiment 3 may be formed and a DC magnetic field may be impressed.

[0052]

[Effect of the Invention]Since the sputtering surface of a target has been arranged inside a high frequency coil with high plasma density as mentioned above according to this invention, the generated high-density plasma will be used efficiently because of weld slag, membrane formation speed improves, and productivity improves.

[0053]Since the auxiliary target has been arranged for the main target to the other end side, while being able to prevent the weld slag of high frequency coil material to one end slippage of a high frequency coil and being able to prevent the purity fall of a formation film to it, since the weld slag of the two targets is carried out simultaneously, membrane formation speed can be raised further.

[0054]Even if a target is quickly corroded and exhausted by high-speed weld slag, by moving the target of the rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, a target material can be supplied and continuous running covering a long time becomes possible by this.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an outline lineblock diagram of one embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is an outline lineblock diagram of other embodiments of this invention.

[Drawing 3]It is an outline lineblock diagram of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 4]It is an outline lineblock diagram of a conventional example.

[Description of Notations]

- 1 Vacuum chamber
- 2 and 2-1 main target
- 3 High frequency antenna coil
- 4 Plasma shield grid
- 5 Substrate
- 9 Weld slag space
- 10 Auxiliary target
- 23 Magnet

[Translation done.]

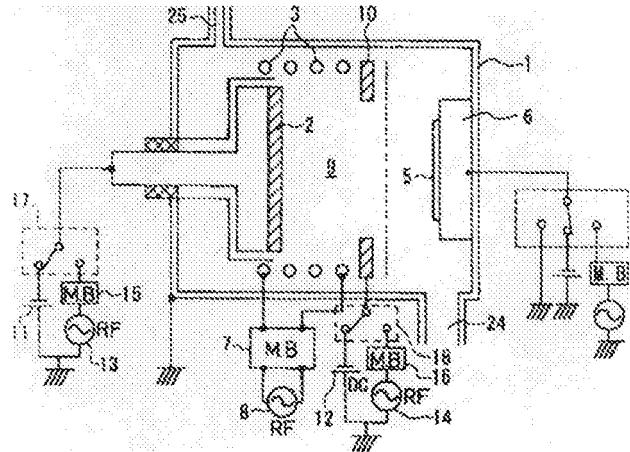
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

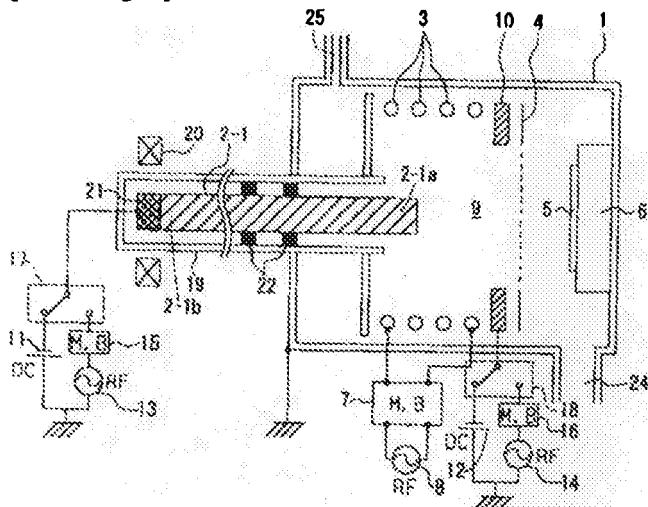
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

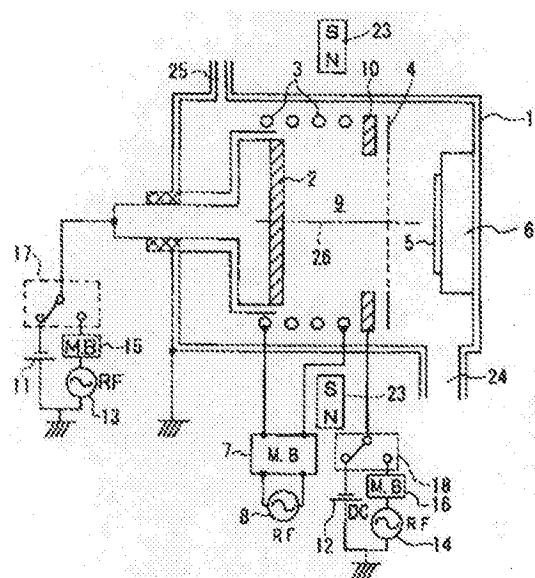
[Drawing 1]



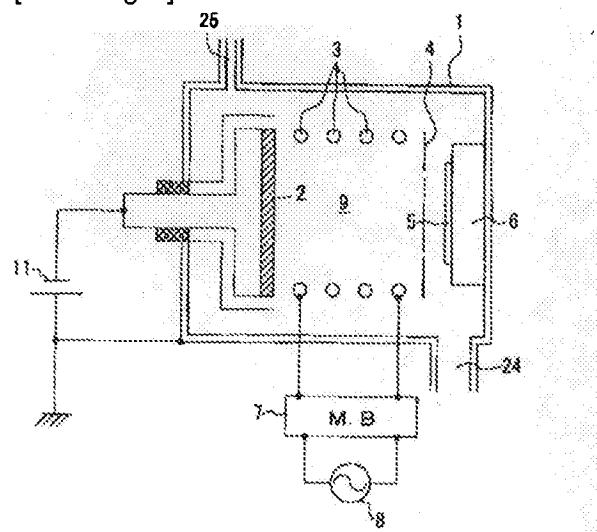
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-313662
(P2003-313662A)

(13)公開日 平成15年11月6日(2003.11.06)

(51)Int.Cl.

識別記号

C 23 C 14/44

PCT

3-73-1(参考)

C 23 C 14/44

4K02C

審査請求 案請求 請求項の数 6 OL (全 6)

(21)出願番号 特願2002-124228(P2002-124228)

(71)出願人 502150384

山下 駿

大阪府枚方市東香里三丁目12-8

(22)出願日 平成14年4月25日(2002.4.25)

(72)発明者 山下 駿

大阪府枚方市東香里三丁目12-8

(74)代理人 100086737

齊藤士 岡田 和秀

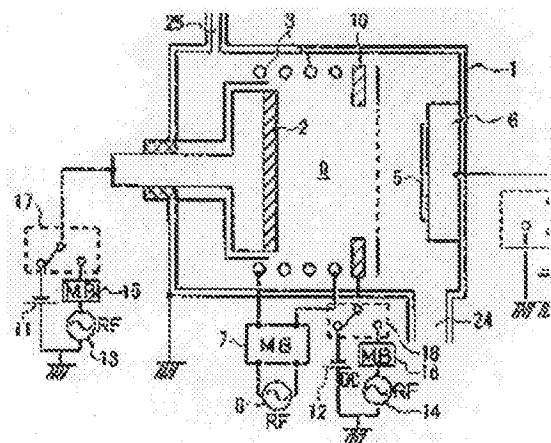
Pターム(参考) 48029 C405 BC00 BC13 BC16 BC20
BC34 BC35

(34)【発明の名稱】 スパッタリング装置

(57)【要約】

【課題】 誘導結合型高周波プラズマスパッタ装置において、成膜速度を高めて生産性を向上させる。

【解決手段】 真空室1内に、直線電力または高周波電力が供給されるターゲット2と、高周波電力が供給される高周波コイル3とを備え、前記ターゲット2のスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コイル3の内側に配置して高密度のプラズマを効率よく利用している。



(2)

特許2003-3136

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空室内に、直流水力が供給されるターゲットと、高周波電力が供給される高周波コイルとを備え、

前記ターゲットのスパッタ面を、前記高周波コイルの内側に配置したことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 前記ターゲットには、前記直流水力に代えて、高周波電力を供給可能とした請求項1記載のスパッタリング装置。

【請求項3】 前記ターゲットを、長手方向に延びる棒状体とし、その長手方向の一端側を、前記高周波コイルの内側に挿入にして前記スパッタ面とするとともに、前記一端側のターゲット材料の消耗に応じて、該一端側のスパッタ面が、前記高周波コイルの内側に位置するよう前記ターゲットを長手方向に移動させて結ぶする請求項1または2記載のスパッタリング装置。

【請求項4】 前記ターゲットを主ターゲットとし、該主ターゲットは、前記高周波コイルの一端寄りに配置され、

前記真空室内に、直流水力が供給される環状の補助ターゲットを、前記高周波コイルの他端側に配置した請求項1～3のいずれかに記載のスパッタリング装置。

【請求項5】 前記補助ターゲットには、前記直流水力に代えて、高周波電力を供給可能とした請求項4記載のスパッタリング装置。

【請求項6】 スパッタ空間に、前記高周波コイルの内側の中心軸に対して垂直方向の直流水界を加える磁界印加手段を備える請求項1～5のいずれかに記載のスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超微細加工技術や表面処理技術の分野で特に必要とされる各種の高品質、高機能薄膜を効率よく創成するのに好適なスパッタリング装置に関する、さらに詳しくは、誘導結合型高周波放電によって高密度プラズマを得るようしたスパッタリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 薄膜形成法の一つであるスパッタ法は、薄膜化材料の種類を広範囲に選ぶことができることや形成膜の基板への付着強度が高いことなど数多くの特長を

10

20

30

40

子が基板に向かって飛沫中にアルゴン等の放電ガス粒子との衝突によって散乱するため、基板表面に対する堆積スパッタ粒子のエネルギーやその通過するには、非常に困難である。従って、目覚しい進歩している応用分野、例えば、高品質薄膜を必要とする、複雑高密度回路の製作や新しい高機能開発には対応が困難になってきている。

【0004】 これらの問題を解決する手段の一つで、近年、従来型のマグネットロンスパッタ装置のドームの前方にヘリカルアンテナコイルを設置し、高周波電力を供給するようにした高周波放電プラズマ型マグネットロンスパッタ装置が開発されている。装置では、高周波スパッタに必要な高周波度プラスチとしてターゲットに供給する直流水力または高周波によるマグネットロン放電によって発生しており、カールアンテナコイルは、専ら放電サポートガスやガス粒子のイオン化の役目を担うようになっている。

【0005】 この方法では、ターゲット材料の磨耗を設置して、これの表面近傍にマグネットロン放電による磁界を発生させる必要がある。このため、ドームを保持する陰極底座の構造が複雑になるだけでターゲットの厚みに制約がある。特に薄いような体材料では、この厚みが数mm以下に制限された、スパッタ材料が、局部的に消耗して、材料の量を非常に悪くしている。

【0006】 この強磁性体材料の高周波スパッタをしたものとして、誘導結合型高周波プラズマスパッタが当該特許出願人によって考案され、文献、例 M. Yamauchi: J. Vac. Sci. Technol., A7, (1

2) Mutsuo Yamauchi: J. Vac. Sci. Jpn (英) Vol. 44, No. 5 (2001) 32で、既に公開されている。

【0007】 この誘導結合型高周波プラズマスパッタは、図4に示すように、平板状のターゲットを板らを保持する基板保持台との間に、高周波アンテナコイル3を設置し、この高周波アンテナコイル3で、高周波誘導燃焼からインビーダンス整合回路(インダクタス)7を通して高周波電力を供給し、これによってスパッタ空間に予め高周波のプラズマを生させた後、ターゲット2と、直流水源11から水を供給して高周波スパッタを行なうようにしてある。4はプラズマ遮蔽格子、24は真空室1内を示す。

(3)

特開2003-3136

4

邊に特別な磁気回路を構成しなくともスパッタ空間のプラズマ密度は、例えば、 $10^{11}/\text{cm}^3$ 以上の高密度になる。

(2) 上記(1)のことからターゲット2を保持する磁場電極の構造が簡単になり、10mm以上の厚みをもつ導電性体材料に対してても非磁性体と同様に高速スパッタが可能になるので、ターゲット材料の種類や形状に対する制約が大幅に緩和される。

(3) ターゲット2の材料がスパッタ面全域ではなく均一に消耗するので、材料の利用効率が非常によく、長時間運転した後でも放電特性やスパッタ特性(スパッタ速度、スパッタ粒子の方向性等)が殆ど変わらない。

(4) スパッタ速度は、ターゲット2の電圧と高周波電力の回れに対しても直線的に増加するので、スパッタ速度の制御性が非常に良い。また放電ガス圧力、ターゲット電圧等の変動に対する安定性も非常に優れている。

(5) スパッタ粒子のイオン化率が、通常のスパッタ装置のそれに比べて格段に高く、且つイオンのエネルギーが揃っているので、電界や境界によって形成膜質を大幅に調節することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のスパッタ装置では、以下のような課題がある。

(1) スパッタ速度とスパッタ粒子のイオン化に直接関係するプラズマ密度は、高周波アンテナコイル3の中心部で高くなる。しかしながら、ターゲット2のスパッタ面が図4に示されるように、このプラズマ密度の高い領域から外れた高周波アンテナコイル3の外側にあるために、発生した高密度プラズマがスパッタのために効率よく利用されていない。

(2) スパッタ条件によっては、極がではあるが高周波アンテナコイル材料の一部がスパッタし、特に、高周波アンテナコイル3のターゲット2に臨んでいない側の部分は、スパッタされたターゲット材料が付着しないために、高周波アンテナコイル材料がスパッタされ、これが形成膜中に混入して形成膜の純度を低下させことがある。

(3) ターゲット2に供給する電力が直流電力だけであるので、石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタすることができない。

問題点を解決することによって本装置の飛躍的向上と応用範囲の拡大を図るものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、上述を達成するために、次のように構成している。

【0012】すなわち、本発明のスパッタリングは、真空室内に、直流電力が供給されるターゲット高周波電力が供給される高周波コイルとを備え、ターゲットのスパッタ面を、前記高周波コイルの内側に配置している。

【0013】本発明によると、ターゲットのスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コイルの内側に配置する。発生した高密度のプラズマがスパッタのためよく利用されることになり、成膜速度が高まり純度が向上する。

【0014】本発明の一つの実施態様においては、ターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波電力供給可能としている。

【0015】本発明によると、ターゲットには、電力に代えて、高周波電力を供給することもできる石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタする可能となる。

【0016】本発明の他の実施態様においては、ターゲットを、長手方向に延びる棒状体とし、その向の一端側を、前記高周波コイルの内側に挿入しスパッタ面とするとともに、前記一端側のターゲットの消耗に応じて、該一端側のスパッタ面が、前記高周波コイルの内側に位置するように前記ターゲット方向に移動させて供給するものである。

【0017】ここで、棒状体は、長手方向に棒状るものであれば、必ずしも直線状に限らず、また大きさは限定されず、細い棒状体や柱状体などを含むものである。

【0018】本発明によると、ターゲットが高速度によって急速に搬送、消耗しても長手方向に棒状体のターゲットを移動させることによって、ターゲット材料を供給できることになり、これによって、直線搬送が可能となる。

【0019】本発明の好みしい実施態様においては、記述ターゲットを主ターゲットとし、該主ターゲットの前記高周波コイルの一端寄りに配置され、前記真

(4) 特願2003-3136

5

ットから付着し、これによって、高周波コイル材料のスパッタを防止して形成膜の純度低下を防止することができるとともに、二つのターゲットを同時にスパッタするので成膜速度を高めることができる。

【0022】本発明の他の実施形態においては、前記補助ターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波電力を供給可能としている。

【0023】本発明によると、直流通電力に代えて、高周波電力を供給することもできるので、石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタすることも可能となる。

【0024】本発明の更に他の実施形態においては、スパッタ空間に、前記高周波コイルの内側の中心軸に対して垂直方向の直流磁界を加える磁界印加手段を備えている。

【0025】本発明によると、例えば、10⁻⁴Pa台の低ガス圧力領域でも安定した高速スパッタが可能となり、スパッタ粒子の直達性を大幅に高めることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】(実施の形態1) 図1は、本発明の一つの実施の形態に係るスパッタリング装置の概略構成図である。

【0027】真空室1は、例えば、直徑160mm、高さ100mmの円筒状をしており、金属、例えば、ステンレス鋼からなり、接地されている。この真空室1の内部には、平板状の主ターゲット2、螺旋状の高周波アンテナコイル3、プラズマ遮蔽格子4が設置されるとともに、主ターゲット2に対向して、基板らか、基板保持台6に保持されている。なお、24は真空室1内を真空中に排氣するための排氣口、25はアルゴンガスなどのスパッタガスを導入するガス導入口である。

【0028】主ターゲット2は、例えば、直徑40mmから100mm、厚さ5mmの円盤状をしており、背面から水冷が施されている。

【0029】プラズマ励起用の高周波アンテナコイル3は、例えば、直徑6mmの銅パイプを用いて、直徑60mm～120mm、巻き数4～6回になるように螺旋状に曲げ加工し、この銅パイプの中に冷却水を通すようにしている。この高周波アンテナコイル3は、インピーダンス整合回路7を介して、周波数13.56MHzの高周波電源装置8に接続されている。

(4) 特願2003-3136

6

【0031】この実施の形態では、主ターゲットスパッタ面が、高周波アンテナコイル3の一端をえば、10mm程度中にくるように、すなわち、内側に位置するように設置される。

【0032】さらに、高周波アンテナコイル3のには、例えば、外径100mm、内径50mmの補助ターゲット10が、配置されており、このターゲット10は、水冷されている。

【0033】これら二つのターゲットは、10に

10後端部11、12からの直流通電力または高周波電力13、14からインピーダンス整合回路15、16して13、56MHzの高周波電力を切換えて、さらにより切換回路17、18が設けられている。

【0034】基板保持台6は、図に示されるよう、要に就して基板バイアス用の直流通電圧、例えば、30Vまたは周波数13.56MHzの高周波印加できるようになっている。

【0035】次に、この実施の形態の装置の作動を説明する。

【0036】先ず、真空室1内を排氣した後、室内に高純度のアルゴンガスを導入してそのガス圧定の圧力、例えば、5Paにし、周波数13.56MHzの所定の高周波電力、例えば、300Wを高周波アンテナコイル3に加える。このときアルゴンガスの始まり、発生したプラズマは、高周波アンテナコイル3の中にはほぼ完全に閉じ込められて、例えば、10Pa台の高密度となり、アルゴンガス特有の赤茶色に発光する。

【0037】次に、主ターゲット2と補助ターゲット10とにそれれ-200V～-1600Vのスパッタ電圧を加えると、800mA以上の多量の電子流が流れ、高速スパッタが始まる。このよう

30発生した高密度のスパッタ粒子は、基板5に向かって、さらにイオン化に必要なエネルギーを高周波電界やアルゴンイオンあるいは後述する位に誘導したイオンから受け取って非常に高い割合でイオン化する。このときのスパッタ空間の色は、ターゲット有のものに変わる。例えば、銅の場合には青色に場合には緑色になる。

【0038】この実施の形態では、高密度プラズマは、基板5に高周波アンテナコイル3に加えられる高

(5)

特開2003-3136

7

8

符号を付す。

【0040】この実施の形態では、平板状の主ターゲット2に代えて、例えば、直徑15mmの棒状の主ターゲット2-1を使用しており、この主ターゲット2-1の一端側である先端部2-1aが、高周波アンテナコイル3の中心部にくるように設置するとともに、これの先端部、例えば、10mm～15mmを残して他の部分を接地電位に保った、例えば、直徑20mmの銅パイプ19で覆っている。これによって、イオンが主ターゲット2-1の先端部2-1aのみを衝撃するようになる。したがって、この先端部2-1aは、高遠でスパッタされると同時に局部的に温度が上昇する。この温度上昇によってスパッタ率が増すだけではなく、材料によっては昇華あるいは蒸発を伴うようになり、成膜速度が急速に増すことになる。

【0041】この実施の形態では、銅パイプ19の基部の外側には、環状の磁石20を配置するとともに、銅パイプ19内の主ターゲット2-1の他端2-1bには、ニッケル等の強磁性体21が装着されるとともに、支持部材22によって主ターゲット2-1が長手方向(輻方向)に移動可能に支持されている。

【0042】これによって、多量のスパッタ材料を蓄えておき、運動中に消耗する分量を、磁石20を移動させて主ターゲット2-1を移動させることによって、ターゲット材料を、連続的に補給することができる。

【0043】なお、長尺のペローズなどを用いたトランスファーロッド等によって主ターゲット2-1の移動機構を構成してもよい。また、ウィルソンシールなどによって、ターゲット材料を、真空室外から結治できるようにもよい。

【0044】この実施の形態のスパッタリング装置は、このように長時間に亘る連続した高遠スパッタ成膜に適するだけでなく、細線状の希少材料に対しても適用することができる。

【0045】その他の構成は、上述の実施の形態1と同様である。

【0046】(実施の形態3)図3は、本発明の更に他の実施の形態に係るスパッタリング装置の概略構成図であり、上述の実施の形態1に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0047】この実施の形態では、真空室1の外側に

って、例えば、数十ガウス、好ましくは、10～100ガウスの直流磁界を加えることによって、一極のE部の状態となり、例えば、10⁻¹Pa～10⁻³Paの低ガス圧力領域でも安定した高速スパッタができるようになった。

【0049】なお、磁石23は、一対に限らず、あるいは3個以上であってもよい。

【0050】その他の構成は、上述の実施の形態1と同様である。

10 【0051】(その他の実施の形態)上述の実施の形態2において、実施の形態3の磁石23を設けて直を印加するように構成してもよい。

【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ターゲットのスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コイル内側に配置したので、発生した高密度のプラズマスパッタのために効率よく利用されることになり、成膜速度が向上して生産性が向上する。

20 【0053】また、高周波コイルの一端寄りに主ターゲットを、他端側に補助ターゲットを配置したので、高周波コイル材料のスパッタを防止して形成膜の純度を確保することができるとともに、二つのターゲット間にスパッタするので成膜速度を一層高めることとなる。

【0054】さらに、ターゲットが高遠スパッタで急速に侵食、消耗しても長手方向に延びる棒状ターゲットを移動させることによって、ターゲット補給することができ、これによって、長時間に亘る運動が可能となる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの実施の形態の概略構成図である。

【図2】本発明の他の実施の形態の概略構成図である。

【図3】本発明の更に他の実施の形態の概略構成図である。

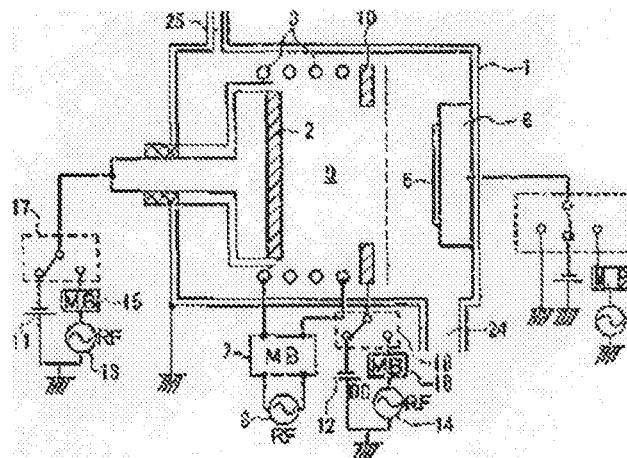
【符号の説明】

1	真空室
2、2-1	主ターゲット
3	高周波アンテナコイル
4	プラズマ遮蔽格子

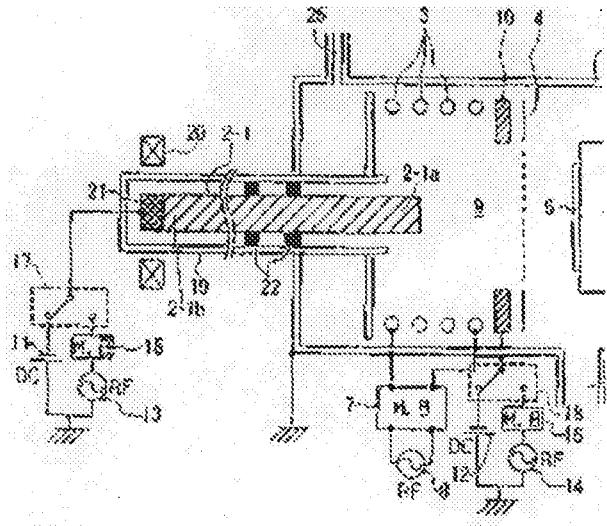
(6)

特開2003-3136

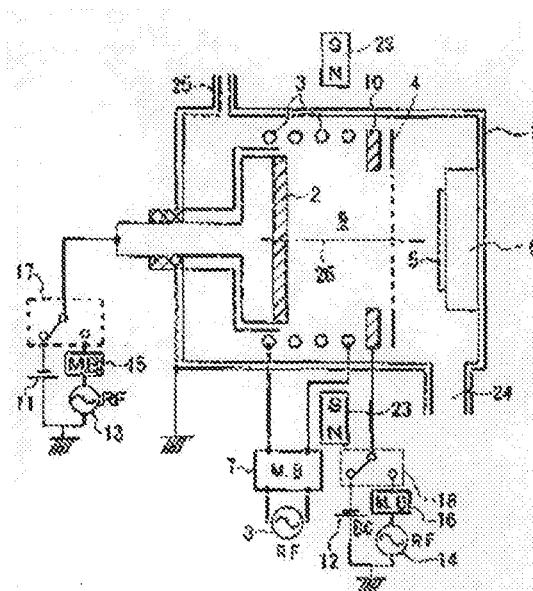
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

